np. of Pl. Nem. Dis. Contr.:P 1～P 14(1989)

台灣的根瘤線蟲病害

王 國 强[1]

摘　　要　根瘤線蟲（Root-knot nematodes）是人類記載最早的植物寄生線蟲之一。受害植物所產生的病徵最易辨別。已知的蟲種高達70多種。它的植物寄主廣泛，可造成農作物品質和產量的重大經濟損失。所以是植物寄生線蟲中最重要的病原線蟲之一。

因爲根瘤線蟲對農作物的生產影響很大，美國北卡羅來納州立大學（North Carolina State University）植病系的線蟲學專家們在 Dr.Sasser 領導下，得美國國際開發總署的經費支持，於1975年成立"國際根瘤線蟲計劃（International Meloidogyne Project）"。邀請全球七十個國家的一百多位線蟲專家，經十多年的集體合作研究。分別從生物學、生態學、分類學、細胞遺傳學、生物化學等方面作了詳盡的探討。而且還繼續合作進行中。這是植物病害國際合作研究史上的空前壯舉，成果非凡。

台灣位處亞熱帶，具有沙壤土土質的農地分佈頗廣，是繁殖根瘤線蟲的最佳環境。故根瘤線蟲病害是台灣最重要的農作物線蟲病害。自1977年在本省發現北方根瘤線蟲蟲種（*Meloidogyn-e hapla* Chitwood 1949）新記錄後，由於未能及時撲滅，傳染頗廣，以致使本省故有之數種根瘤線蟲蟲種，如虎添翼。讓更多原列爲抗病的作物受到威脅。故使本省根瘤線蟲病害問題更形複雜且嚴重。

1. 國立台灣大學植物病蟲害學系教授

有人說："什麼地方有了什麼專家，就有了什麼問題"。乍看之下，好像那些專家在專門製造問題似的。其實不然，因爲他們具備了專門知識，才知道如何發掘那些久未被發現的問題。

早在紀元前2700年，中國人即在醫書中詳細記載了蛔蟲（ *Ascaris lumbricoides* ）爲害人體的診斷與治療方法，是世界上最早的線蟲學文獻(26)值得國人驕傲。然而反觀我國的農業線蟲學歷史，就乏善可陳了。

美國康奈爾大學（ Cornell University ）的名線蟲學教授 Dr. W.F. Mai 就常語重心長地對農民說："由於絕大多數的植物寄生線蟲是爲害埋在地下，不易爲人覺察的植物根，故根部的受害情形常被忽略了。反過來，設若植物的根是露在地面以上，線蟲侵害根羣的恐怖情形，一目了然，則人們定然知道線蟲是何等的重要，願花許多人力和經費去研究線蟲問題，探討防治對策，保護農作物的根羣"(27)。

根瘤線蟲病害是1855年，英人 Berkely 氏在溫室中的黃瓜根部發現，爲人類文字記載最早的植物線蟲病害之一(30)。其病原線蟲是根瘤線蟲（ *Melodogyne* Goeldi, 1892 ）。被其侵害的根羣會形成腫大的根瘤（ Galls ），影響根部吸收養分的能力。嚴重時，能引起植物呈現營養不良，產量減少的現象。一百多年來，科學家由最先的一個蟲種，陸陸續續新發現了許多蟲種。到1987年12月爲止，蟲種數已高達71種(24, 25, 28)。種類雖多，但據設在美國北卡羅來納州立大學（ North Carolina State University ）的國際根瘤線蟲研究計劃（ International *Meloidogyne* Project ）總部的統計，全球農地的根瘤線蟲種中有95％是屬於南方根瘤線蟲（ *Meloidogyne incognita* （ Kofoid and White, 1919 ） Chitwood 1949 ），爪哇根瘤線蟲（ *M. javanica* （ Treub, 1855 ） Chitwood 1949 ），花生根瘤線蟲（ *M. arenaria* （ Neal 1889 ） Chitwood 1949 ）及北方根瘤線蟲（ *M. hapla* Chit ood 1949 ）等四大蟲種(29)。根瘤線蟲的植物寄主範圍廣達二千多種，分佈遍及全球。與其他寄主範圍不太廣的植物病害相比，根瘤線蟲病爲害糧農作物，園藝花卉，及森林所形成的總損害算是 常大的植物病害之一。

美國國際開發總署（ The United States Agency for International Development ）爲了協助開發中的國家控制或減少根瘤線蟲病的爲害，以達糧農增產的目的，自1975年起曾支助北卡羅來納州立大學的線蟲學專家們，在 Dr. Sasser 主持下，成立了前述之國際根瘤線蟲研究計劃總部。集全世界70個國家的一百多位線蟲學專家們，經過十年的通力合作，共收集了850個不同的根瘤線蟲族羣（ Population ），包括了15個蟲種。經多年的研究探討，樹立了一套正確可靠的蟲種鑑定技術，有助於以輪作法防治爲主的開發中國家，準確的鑑定其特有的蟲種，發揮輪作效果，以達增產目的。

調查資料顯示(29)南方根瘤線蟲（ *M. incognita* ），爪哇根瘤線蟲（ *M. javanica* ）及花生根瘤線蟲（ *M. arenaria* ）多分佈於氣溫年平均溫度 15－33 ℃ 的地區。北方根瘤線蟲（ *M. hapla* ）則分佈在氣溫年平均溫度15℃以下的地帶。年降雨量低於500㎜的區域，有三分之二的蟲種是爪哇根瘤線蟲，三分之一是南方根瘤線蟲。一般言，根瘤線

蟲多棲息於偏砂土土質如砂壤土（＜10％粘粒（Clay），＜30％坋粒（Silt），＞60％砂粒（Sandy））的地方。全球分佈最廣的四大根瘤線蟲蟲種的染色體數目及生殖方式，業經研究淸楚如表一。

表一、四大蟲種的染色體數目與生殖方式（取材自參考文獻[30]）

Chromosome numbers and modes of reproduction of the four major *Meloidogyne* species.

蟲種及細胞學小種	染色體數	生殖方式
1. 南方根瘤線蟲		
（*M. incognita*）		
A－小種	40－46	有絲分裂之單性生殖
B－小種	32－36	有絲分裂之單性生殖
2. 爪哇根瘤線蟲		有絲分裂之單性生殖
（*M. javanica*）	42－48	
3. 花生根瘤線蟲		
（*M. arenaria*）		
A－小種	54（50－56）	有絲分裂之單性生殖
B－小種	34－37	有絲分裂之單性生殖
4. 北方根瘤線蟲		
（*M. hapla*）		
A－小種	14－17	兼減數分裂之單性生殖
B－小種	30－32，43，45，48	有絲分裂之單性生殖

台灣位於亞熱帶，高溫多濕，降雨量高。農耕地又以砂土及砂壤土居多。所以是根瘤線蟲繁殖蔓延的最佳環境。故根瘤線蟲病害處處可見，非常嚴重，引人注目。遠自1924年（民國13年）日人澤田兼吉氏[21]即開始研究本省植物的根瘤線蟲爲害問題，列舉本省有41科115種植物受根瘤線蟲寄生爲害。台灣光復後，據云民國四十年（1950）左右，孫定國先生在種苗繁殖場從事根瘤線蟲防治研究，是國人在台灣研究線蟲病害問題之先鋒。接着季景元，施名南[6]等人以農地浸水及客土方式防治黃麻的根瘤線蟲病害。1956年（民國45年）洪章訓先生亦加入了黃麻根瘤線蟲病的研究[9]。蔡雲鵬，游江海，劉文珍等研究D－D混合劑防治鐘麻根瘤線蟲病，播種前每公頃施用200～400公升的藥量，才能有效地防治此病[16]。另杜金池與楊雪峯接蔡雲鵬之後，繼續土壤薰蒸劑如 Fumazone 70E（DBCP）防治鐘麻根瘤線蟲[5]。1959年（民國48年）起，胡學和與朱學曾二先生開始台灣蔗園土壤線蟲的調查工作，發現根瘤線蟲影響甘蔗產量至鉅

[10]。檢查17,038件土樣中，根瘤線蟲的出現率高達62%。每年檢查13,697件不同土質土樣中，根瘤線蟲多分佈於砂質地。菸草是根瘤線蟲的良好寄主，故台灣菸葉試驗所的翁啓賢，黃東麟，許爾寬，陳文彥等人[11,12,13]先後研究根瘤線蟲對菸草的爲害情形及與其他土壤病害間的相關關係，發現南方根瘤線蟲（*M. incognita*）和爪哇根瘤線蟲（*M. javanica*）對培育在苗床與假植床內幼苗的生長，產生很大的抑制作用，惟獨N. C. 95具有極强抗力[12]。該蟲能誘導菸草立枯病及萎凋病發生[13]。洪元平與陳秀雄二人以接種方式研究台灣分佈最廣的南方根瘤線蟲（*M. incognita*）及爪哇根瘤線蟲（*M. javanica*）的寄主範圍，結果南方根瘤線蟲的寄主有51種，分佈最廣，爲害程度最大。爪哇根瘤線蟲之寄主有15種。兩種線蟲的共同寄主有12種如菸草，茄子，大豆，豌豆，豇豆，南瓜，木瓜，節瓜、蕃茄，香蕉，黃麻及鐘麻。不被爲害的有高梁，玉米，花生及鳳梨四種[7]。進而研究根瘤線蟲的生理小種，證明花生除了受來自台南白菜的南方根瘤線蟲小種爲害外，三種供試的 *M. incognita*, *M. javanica* 及 *M. incognita V. acrita* 均不侵害花生。故建議用花生作輪作作物防治前述三種線蟲[8]。但在程永雄與羅文成二氏，正式鑑定台灣雲林縣地區的花生田有花生根瘤線蟲[22]（*M. arenaria*）及王國强，楊瓊儒與蔡安娜等人[3]於苗栗縣太湖草莓栽植區發現北方根瘤線蟲（*M. hapla*）後，花生已不能用在輪作制度中防治根瘤線蟲。由於北方根瘤線蟲可能係經由草莓種苗帶進口的舶來品，當時筆者曾擬定一個三年就地撲滅計劃，可惜僅執行了一年，即因故出國作罷。十年後，該根瘤線蟲已隨觀光草莓園的推廣而傳播，據云可能已遍佈全省。使本省原有之數種根瘤線蟲蟲種，如虎添翼。給許多列爲抗根瘤線蟲的作物帶來威脅。令根瘤線蟲病害問題眞更複雜嚴重。

根據筆者服務林業界的經驗，如苗圃工作人員缺乏根瘤線蟲病害的警覺性，誤租前期作物是菸草或番茄，茄子，絲瓜，黃瓜，苦瓜等蔬菜作物的農地作臨時森林苗圃時，樹木幼苗一定會受根瘤線蟲爲害，且伴隨着幼苗立枯，根腐等土媒病害發生，幼樹苗損失慘重的例子是不勝枚舉。筆者的調查與盆栽接種試驗資料[1,32]顯示，本省森林苗圃常被根瘤線蟲爲害的樹種即達 8 科13屬17種之多如表二。

表2. 本省樹木幼苗受根瘤線蟲爲害的樹種

Table2. Species of forest tree seedlings attacked by root-knot nematodes in Taiwan

Species	Root—Knot nematodes
1. 柏木科（Betulaceae）	
台灣赤揚（*Alnus formosana*（Burkill）Mak.）	*M. incognita*
2. 柏　科（Cupressaceae）	
台灣扁柏（*Chamaecyparis obtusa* S. et Z. var. *formosana*（Hay）Rehder）.	*M. incognita*

3. 豆　科 (Leguminosa)	
麻六甲合歡 (*Albizzia falcata* (Linn) Bocher et Merr.)	*M. incognita*
相思樹 (*Acacia confusa* Merr.)	*M. incognita*
	M. javanica
洋　槐 (*Robinia pseudoacacia* Linn.)	*M. incognita*
4. 木犀科 (Oleacbae)	
光臘樹 (Faxinus retusa Champ.)	*M. incognita*
5. 松　科 (Pinaceae)	
琉球松 (*Pinus luchuensis* Mayr.)	*M. incognita*
美國白松 (*Pinus strobus* Linn.)	*M. incognita*
歐州松 (*Pinus sylvestris* Linn.)	*M. incognita*
維琴尼亞松 (*Pinus virginiana* Mill.)	*M. incognita*
紅　松 (*Pinus resinosa* Sol.)	*M. incognita*
挪威雲杉 (*Picea abies* (L.) Karst)	*M. incognita*
6. 玄參科 (Scrophulariaceae)	
泡　桐 (*Paulownia fortunei* Hemsl.)	*M. incognita*
7. 杉　科 (Taxodiaceae)	
杉　木 (*Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook)	*M. incognita*
柳　杉 (*Cryptomeria japonica* (L.F.) D.Don.)	*M. incognita*
台灣杉 (*Taiwania cryptomerioides* Hay.)	*M. incognita*
8. 榆　科 (Ulmaceae)	
台灣櫸 (*Zelkove serrata* (Thunb) Mak.)	*M. javanica*

植物寄生線蟲爲害台灣森林樹木的情形如何？仍有待專家們去探討。正如黃炤雄等人[14]在1970年左右爲證明台灣沒有穿孔線蟲 (Burrowing nematode , *Rodopholus similis* (Cobb 1896) Thorne 1949) ，曾邀集全省線蟲工作人員作全面性植物寄生線蟲調查。結果證明本省確實沒有該穿孔線蟲。因而在外交上打了一場科技應用勝戰，迫使日人不得不開放我國根莖類如生薑，胡蘿蔔等繼續銷日本的禁令。這是我國植病線蟲科技用在外貿談判上的首項例子，將永垂我國的植病歷史。故特在此一提。其報告就特別討論台灣佔地最廣的高山地區未列入調查，這是有待植物線蟲工作人員繼續完成的大任之一。蔡雲鵬先生[17]亦曾提到森林樹木的線蟲問題尚待調查。筆者有幸，曾在本省林業界工作過一段時間約略涉及了一點點森林苗圃的根瘤線蟲研究，特列前表，盼能收拋磚引玉之效。另林務局之應之璘小姐[23]爲防治泡桐根瘤線蟲病，曾做了不少土壤燻蒸試驗。結果均以衛本 (Vapam) 效果最優。

1980年以後，落花生在雲林一帶受根瘤線蟲爲害，引起程永雄等先生[22]注意，曾詳加研究。此外新生力軍蔡東纂先生自中興大學畢業後，即留校協助林奕耀敎授繼續農作物線蟲研究。近幾年，蔡先生跑遍全省，將蔬菜，花卉等園藝作物的根瘤線蟲病害問題作了極詳盡的探討。其未發表的資料中即有41種蔬菜是根瘤線蟲的寄主。包括有：蠶豆，四季豆，豌豆，大豆，綠豆，胡瓜，醃瓜，西瓜，南瓜，苦瓜，絲瓜，葫蘆，蘿蔔，芥藍，結球甘藍，蕃茄，紅辣椒，甜椒，枸杞，空心菜，，甘薯，薑，芋，葱，田薯，玉米，不結球白菜，芥菜，花椰菜，菠菜，食用莧，胡蘿蔔，芹菜，香菜，婆羅門參，萵苣，薑蒿菜，馬鈴薯，茄子，大蒜，韮菜等。另蔡先生對葡萄根瘤線蟲[20]及發現南方根瘤線蟲爲害老葉[18]等，都是引人重視的問題。

我國南方諸省以稻米爲主糧。本省栽植水稻即是一種防治根瘤線蟲病的良好輪作制度。因爲農地浸水可以淹死根瘤線蟲。但是根瘤線蟲問題在水稻栽植區並未因此絕跡過。是以勾引起筆者探討種完水稻之後，田間第一次病原線蟲之來處的問題。始有筆者十多年前，調查根瘤線蟲雜草寄主的研究[2,32]。先後調查台灣農地常見的70種雜草，結果找到13科，22屬34種雜草是許多根瘤線蟲蟲種的良好寄主。後來蔡東纂和林奕耀二先生[19]將之發揚光大，發現了更多的雜草寄主。共19科45屬60種之多。

因爲植物病害的防治是預防重於治療。田間衞生往往是衆人忽略之處。這是造成流行病發生的重要原因之一，不得不注意。休耕是耕作法用來防治病蟲害與恢復地力的方法之一。大家考慮休耕地該種何種綠肥作物問題，就絕少人會檢討休耕田中應防止何種雜草繼續生長的問題。這是植物病蟲害工作人員未能盡到宣導防止何種病害應該注意淸除田間何類雜草的責任。爲此原因，筆者特將蔡，林二位[19]和筆者[2,32]的資料綜合整理出23科48屬69種田間常見根瘤線蟲作爲中間寄主的雜草供衆人參考。列如表三。

表三、台灣根瘤線蟲的雜草寄主表

Table3. Weed hosts of root—knot nematodes in Taiwan.

雜草 (Weed species)	線蟲蟲種(Nema species)	根瘤指數與寄主反應等 (Root-knot index and host status)	
1. 莧科 (Amaranthaceae)			
野莧菜 (*Amaranthus viridis* Linn.)	*M. incognita*[2,19,32] *M. javanica*[19]	4.0	根瘤衆多，非常好的寄主
刺莧 (*A. spinosus* Linn.)	*M. incognita*[2,19,32] *M. javanica*[19]	4.0	根瘤衆多，非常好的寄主。
長梗滿天星 (*Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.)	*M. incognita*[19]	3.0	普通寄主

雜草（Weed species）	線蟲蟲種（Nema species）	根瘤指數與寄主反應等（Root-knot index and host status）
滿天星(*Alternanthera sessilis*(L.)DC.)	*M. incognita*[19]	3.2 普通寄主
2. 石竹科（Caryophyllaceae）		
荷蘭豆草(*Drymaria cordata*（L.）Wild.)	*M. incognita*[19]	4.0 根瘤衆多，非常好的寄主
鵝兒腸(*Stellaria aquatica*（L.）Scop.)	*M. hapla*[32]	3.0 根瘤小多支根，普通寄主
	M. incognita[19]	1.1
3. 藜　科（Chenopodiaceae）		
小葉灰藋（*Chenopodium ficifolium* Smith.	*M. incognita*[2,19,32]	4.0 很好的寄主
	M. hapla[2,33]	很好的寄主
	M. javanica[19]	
4. 菊　科（Compositae）		
白花霍香薊（*Ageratum conyzoides* Linn.）	*M. incognita*[2,19,32]	4.0 根瘤衆多，非常好的寄主
	M. javanica	
紫花霍香薊（*A. houstonianum* Miller.）	*M. incognita*	2.0
鬼針草（*Bidens bipinnata* L.）	*M. incognita*[19]	1.6
咸豐草（*B. pilosa* L.）	*M. hapla*[2,32]	很好的寄主，形成小根瘤及大的卵塊
田烏草（*Eclipta prostrata*（L.）Linn）	*M. incognita*[19]	1.2
	M. incognita[19]	4.0
昭和草（*Erechtites valerianaefolia*（Walf.）DC.）	*M. hapla*[2,32]	4.0 很好的寄主，形成小根瘤。
	M. incognita[19]	
免仔菜（*Ixeris chinensis* Nak.）	*M. incognita*[2,19,32] *M. hapla*	2.1 形成小根瘤，卵塊稀少，普通寄主。
腺菊花（*Saussurea glandulosa Kitam.*）	*M. hapla*[2,32]	形成稀少的小根瘤多支根。
豨薟（*Siegesbekia orientalis* Linn.）	*M. incognita*[19]	2.1
假吐金菊（*Soliva anthemifolia R.Br.*）	*M. incognita*[19]	2.6
長柄菊（*Tridax Procumbens* L.）	*M. incognita*[19]	2.3
黃花田蘿草（*Wedelia Chinensis*（Osbeck.）Merr.）	*M. incognita*[19]	4.0

雜草（Weed species）	線蟲蟲種（Nema species）	根瘤指數與寄主反應等（Root-knot index and host status）	
	M. javanica(19)	4.0	
山菠薐（*Yongia japonica* （L.）DC..）	*M. hapla*(2,32)		很好的寄主
	M. incognita(19)	1.8	
泥胡菜（*Saussurea affinis* Spreng.）	*M. hapla*(32)		普通寄主，形成小根瘤及支根。
5. 桔梗科（Companulaceae）			
半邊草（*Lobelia radicans* Thunb.）	*M. incognita*(19)	2.2	
6. 景天科（Crassulaceae）			
台灣佛甲草（*Sedum formosanum* N.F.Br.）	*M. incognita*(19)	3.2	
7. 十字花科（Cruciferae）			
薺菜（*Capsella bursa-pastoris* Moench.）	*M. incognita*(19)	1.0	
小葉碎米薺(*Cardamine parviflora* L.)	*M. incognita*(19)	0.8	
獨行菜（*Lepidium virginicum* L.）	*M. incognita*(19)	0.7	
山芥菜（*Roripa indica*（L.）Hieron.）	*M. incognita*(19)	0.9	
8. 莎草科（Cyperaceae）			
扁穗莎草（*Cyperus compressus* L.）	*M. incognita*(19)	1.1	
球花蔫草（*C. difformis* L.）	*M. incognita*(19)	1.2	
畦畔莎草（*C. haspan* L.）	*M. incognita*(2,19,32)	2.0	普通寄主，形成小根瘤。
碎米莎草（*C. iria* L.）	*M. incognita*(19)	1.7	
磚子苗（*C. cyperoides* （L.）Ok.）	*M. incognita*(2,32)		普通寄主，形成很少的小根瘤。
多柱扁莎（*C. polytachyos* Rottb.）	*M. incognita*(2,19,32)	1.2	普通寄主，形成很少的小根瘤。
香附子（*C. rotundus* L.）	*M.* sp.(2, 32)		普通寄主，形成根瘤，卵塊埋在根內。
	M. incognit (19)	3.4,	
球穗扁莎（*C. globosus* （All.）Reichb.）	*M. incognita*(19)	1.7	
木虱草（*Fimbristylis miliaceae*（L.）Vahl.）	*M. incognita*(19)	3.6	

雜草（Weed species）	線蟲蟲種（Nema species）	根瘤指數與寄主反應等（Root-knot index and host status）	
螢藺（*Scirpus juncoides* Roxb.）	*M. incognita*[19]	1.9	
9. 大戟科（Euphorbiaceae）			
飛揚草（*Euphorbia hirta* L.）	*M. incognita*[19]	1.4	
紅乳草（*E. thymifolia* L.）	*M. incognita*[19]	1.8	
10. 禾本科（Gramineae）			
四生臂形草（*Brachiaria subquadripara*（Trin.）Hitch.）	*M. incognita*[19]	2.0	
升馬唐（*Digitaria adscendens* Henr.	*M. incognita*[19]	1.0	
亨利馬唐（*D. henryi* Rendle.）	*M. incognita*[19]	1.0	
芒稷（*Echinochloa crusgalli*（L.）P.Beauv.	*M. incognita*[2,32]	1.9	很好的寄主，形成小根瘤。
台灣野稗（*E. crusgalli* Beauv. var. *formosensis* Ohwi.）	*M. incognita*[19]	1.9	
牛筋草（*Eleusine indica*（L.）Gaertn.）	*M. incognita*[2,19,32]	1.4	普通寄主，形成小根瘤。
兩耳草(*Paspalum conjugatum* Berg.)	*M. incognita*[19]	2.2,	
海雀稗（*P. virginatum* Sw.）	*M.* sp.[2,32]		普通寄主，形成小根瘤。
莠狗尾草（*Setaria geniculata*（Lamk.）P. Beauv.）	*M. incognita*[19]	1.9	
11.豆科（Leguminosae）			
含羞草(*Minosa pudica* L.)	*M. incognita*[19]	1.2	
12.酢醬草科（Oxalidaceae）			
黃花酢醬草（*Oxalis coniculata*	*M. incognita*[2,19,32]	4.0	普通寄主
	M. javanica[19]	4.0	
	M. arenaria[19]	4.0	
紫花酢醬草（*Oxalis martiana* Zucc.）	*M. incognita*[2,19,32]	4.0	普通寄主
	M. javanica[19]	4.0	
13.柳葉菜科（Oenotheraceae）			

用效果。植保季刊5：431－441。

6.季景元，施名南，1955.黃麻試驗田改善經過及其對線蟲病防治成效。病蟲通訊2(2)：1－4。

7.洪元平，陳秀雄，1965.台灣兩種主要根瘤線蟲生活史及其寄主種類研究。農林廳53年植物保護試驗報告pp.251－258。

8.洪元平，1969.台灣地區根瘤線蟲生理小種調查及其抵抗性寄主與輪作制應用之研究。國家科學委員會研究報告第三期第二册。pp.303－331。

9.洪章訓，1956.洋麻黃麻線蟲病防除試驗。農業研究6(1)：25－28。

10.胡學和，朱學曾，1959.台灣蔗園土中線蟲調查。糖試所研究彙報19：35－51。

11.翁啓賢，黃東麟，1960.菸草線蟲病調查。菸試所年報49：151－152。

12.翁啓賢，許爾寬，1965.菸草根瘤線蟲病之研究。菸試所年報54：139－145。

13.陳文彥，1966.根瘤線蟲與菸草土壤傳染病關係之研究。農林廳55年度植物保護試驗所報告 pp.265－270。

14.黃炤雄，蔡雲鵬，林奕耀，杜金池，黃修斌，1972.台灣植物寄生線蟲。中央研究院植物研究所專刊第 1 號61pp。

15.楊瓊儒，王國强，黃芸修，1977.台灣根瘤線蟲種及病原小種之調查。植保季刊19(4)：311。

16.蔡雲鵬，游江海，劉文珍，1956.鐘麻根瘤線蟲病與D－D施用之效果（第二報）農業研究6(2)：39－48。

17.蔡雲鵬，1971.台灣之植物寄生性線蟲。台灣農業季刊7(3)：139－151。

18.蔡東纂，林奕耀，1983.台灣中部老花及老葉根瘤線蟲病害之發生。植保會刊25(4)：281－284。

19.蔡東纂，林奕耀，1984.台灣農地雜草根瘤線蟲之研究。中華民國雜草學會5：59－70。

20.蔡東纂，林奕耀，1985.台灣葡萄根瘤線蟲之發生及其傳播。中國園藝31(2)94－104。

21.澤田兼吉，1929.台灣に於ける根瘤線蟲の寄主植物，台灣博物學會會報第14年第72號 pp.16－24。

22.程永雄，羅文成，1980.落花生根瘤線蟲 *Meloidogyne arenaria* 之寄主範圍及殺線蟲藥劑施用適期之探討，植保會刊22(4)：431。

23.應之璘，1967.泡桐根瘤線蟲病燻殺劑之初步試驗。農林廳56年度植物保護試驗報告 pp.475－478。

24. Esser, R.P. 1987. Checklist of Phytoparasitic nematode genera, subgenera and the number of species described in each taxon. Nematology newsletter 33(2):6-8.

25. Fawzia, Abdel-Rahman and A.R. Maggenti, 1987. *Meloidogyne californiensis* n, sp.

(Nemata: Meloidogyninae) parasitic on bulrush, *Scirpus robustus* Pursh. J. Nematology 19(2):207-217.

26. Maggenti, A.R. 1981, General Nematology, Springer-verlag, New York 372 pp.
27. Mai, W.F. 1985. Plant-parasitic nematodes: their threat to agriculture. pp. 12-17 In An advanced treatise on *Meloidogyne* Vol. I. eds. Sasser, J.N. and C.C. Carter, North Carolina State University Graphics, Raleigh, N.C. 422 pp.
28. Rammah, A. and H. Hirschmann, 1988. *Meloidogyne mayaguensis* n. sp. (Meloidogynidae), a root-knot nematode from Puerto Rico. J. Nematology 20(1):58-69.
29. Sasser, J.N. and C.C. Carter, 1985. Overview of the International Meloidogyne Project 1975-1984. pp. 19-24. In An advanced treatise on *Meloidogyne* Vol. I. eds. Sasser, J.N. and C.C. Carter, North Carolina State University Graphics, Raleigh, N.C. 422 pp.
30. Thorne, G. 1961. Principles of Nematology, McGraw-Hill Inc. New York, London. 553 pp.
31. Wang, K.C., Bergerson, G.B. and R.J. Green, Jr. 1975. Effects of *Meloidogyne incognita* on selected forest tree species. J. Nematology 7(2):140-149.
32. Wang, K.C. 1978. Research on root-knot nematodes at National Taiwan University. Kasetsart J. 12(1):36-42.

討　　論

黃秋雄（農業試驗所）問：

根瘤線蟲為害塊莖類作物，如紅蘿蔔，對於生長是否會影響人體健康？

王國强（國立台灣大學）答：

沒有影響，說不定還會增加一些動物蛋白。

林奕耀（國立中興大學）問：

有關雜草根瘤線蟲之資料是否已發表？其雜誌名稱，年代如何？

王國强（國立台灣大學）答：

是項資料已於1977（或1978）的台灣植物保護學會年會發表，並刊登在1978年的Kasetsart Journal、12（1）：36-42。

張玉珍（林業試驗所）問：

王教授是否對台灣赤楊之根瘤線蟲做過分離觀察？因為根瘤線蟲病徵常被誤認為是根瘤菌所寄生。

王國强（國立台灣大學）答：

有作解剖分離且得到很完整的卵塊，其根瘤之色澤及形狀與根瘤菌引起之根瘤截然不同。